

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-298534

(43)Date of publication of application : 29.10.1999

(51)Int.Cl.

H04L 12/56

H04L 7/04

H04L 7/08

(21)Application number : 11-065969

(71)Applicant : LUCENT TECHNOL INC

(22)Date of filing : 12.03.1999

(72)Inventor : DOSHI BHARAT TARACHAND
DRAVIDA SUBRAHMANYAM
HERNANDEZ-VALENCIA ENRIQUE
MATRAGI WASSIM A
QURESHI MUHAMMED AKBER

(30)Priority

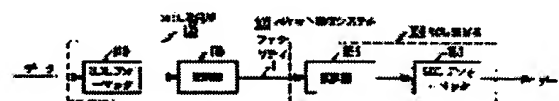
Priority number : 98 39112 Priority date : 13.03.1998 Priority country : US

(54) METHOD FOR RECOVERING BORDER OF PACKET

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a simple point-to-point data link protocol(SDL) based on the use of a length indicator field and an error check field not on the use of a flag to recover a packet border in a receiver.

SOLUTION: An SDL transmitter 105 sends an SDL packet consisting of a header and a PDU (payload) of a variable length. The header consists of a length indicator (LI) field, a type field and a cyclic redundancy check CRC field. A receiver 150 blocks a packet as a function of the LI field to conduct self-synchronization as functions of the LI field and the header CRC field, that is, recovers the packet. In the recovering the packet especially, the receiver 150 applies CRC check to each reception SDL packet header and declares synchronization after the check by N times (e.g. N=4) is correct.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.09.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 07.01.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-298534

(43)公開日 平成11年(1999)10月29日

F I			
H04L 11/20	102	Z	
7/04		A	
7/08		Z	

審査請求 未請求 請求項の数8 OL (全11頁)

(71)出願人 596077259

ルーセント テクノロジーズ インコーポ
レイテッド

Lucent Technologies
Inc.

アメリカ合衆国 07974 ニュージャージー
ー、マレーヒル、マウンテン アベニュー
600-700

(72)発明者 パラット タラチャンド ドシ

アメリカ合衆国, 07733 ニュージャージー
ー, ホルムデル, ディアポンド レイン
5

(74)代理人 弁理士 三俣 弘文

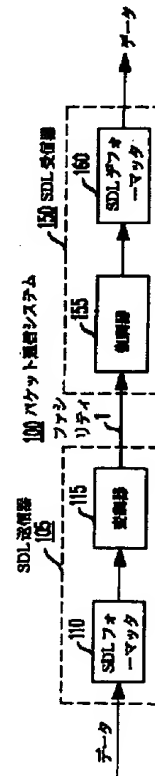
[最終頁に続く](#)

(54)【発明の名称】 パケット境界回復方法

(57) 【要約】

【課題】 受信器におけるパケット境界回復を行うために、フラグではなく長さインジケータフィールドおよび誤り検査フィールドの使用に基づいたシンプルなポイントツーポイントデータリンクプロトコル（SDL）を実現する。

【解決手段】 S D L送信器105は、ヘッダおよび可変長のP D U（ペイロード）からなるS D Lパケットを送信する。ヘッダは、長さインジケータ（L I）フィールド、タイプフィールドおよびC R Cフィールドからなる。受信器は、L Iフィールドの関数として自己区切りを行い、L IフィールドおよびヘッダC R Cフィールドの両方の関数として自己同期すなわちパケット回復を行う。特に、パケット回復を行う際に、受信器は、各受信S D LパケットヘッダについてC R C検査を行い、N回（例えばN=4）の検査が正しい後に同期が宣言される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 各パケットがヘッダ部分およびペイロード部分を含み、ヘッダ部分は長さインジケータフィールドおよび誤り検査フィールドを含むようなパケットのストリームを表す信号を受信するステップと、

パケットのヘッダにおける誤りの指示に応答して、長さインジケータフィールドの値および誤り検査フィールドの値を表すデータの関数としてパケット境界回復を実行する実行ステップとからなることを特徴とする、パケット境界回復方法。

【請求項 2】 前記実行ステップは、誤り検査フィールドの値の N 回の検査が正しい後にパケット同期を宣言するステップを有することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】 前記誤り検査フィールドは巡回冗長検査フィールドであることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】 パケットヘッダにおける誤りの指示を検出するステップをさらに有することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】 前記実行ステップはデスクランブラを無効化するステップを有することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】 各パケットがヘッダ部分およびペイロード部分を含み、ヘッダ部分は長さインジケータフィールドおよび誤り検査フィールドを含むようなパケットのストリームを表す信号を受信する復調器と、

前記復調器の出力信号に応答して、各受信パケットの少なくともペイロード部分をデスクランブルするデスクランブラと、

第 1 動作状態および第 2 動作状態を有するデフォーマッタとからなるパケット通信装置において、

前記第 1 動作状態において、前記デフォーマッタは、前記復調器の出力信号における各長さインジケータの値に応答して、パケット境界の区切りを行い、各パケットのデスクランブルされたペイロード部分を出力し、

前記第 2 動作状態において、前記デフォーマッタは、前記復調器の出力信号において、長さインジケータおよび誤り検査フィールドの値に関して N 個の正しいパケットヘッダが見つかるまでパケットデータをスキャンすることによってパケット境界回復を実行することを特徴とするパケット通信装置。

【請求項 7】 前記誤り検査フィールドは巡回冗長検査フィールドであることを特徴とする請求項 6 に記載の装置。

【請求項 8】 各パケットがヘッダ部分およびペイロード部分を含み、ヘッダ部分は長さインジケータフィールドおよび誤り検査フィールドを含み、受信器が長さインジケータフィールドおよび誤り検査フィールドの値の関数としてパケット境界回復を行うようなパケット通信シ

ステムで用いられるパケット通信装置において、

パケットを形成するフォーマッタと、

各パケットのペイロード部分をスクランブルするスクランブラと、

スクランブルされていないパケットヘッダと、スクランブルされたパケットペイロードとを変調する変調器とからなることを特徴とするパケット通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10 【発明の属する技術分野】 本発明は、通信に関し、特に、パケット型通信方式に関する。

【0002】

【従来の技術】 PPP (point-to-point protocol) / HDLC (W. Simpson, "PPP in HDLC-like Framing", RFC 1662, July 1994) およびフレームリレー (American National Standard For Telecommunications - Integrated Services Digital Network- Core Aspects of Frame Protocol for Use with Frame Relay Bearer Services, ANSI T1.618-1991, 18 June 1991) のような HDLC (20 ハイレベルデータリンク制御) フレーミングプロトコルを用いたデータリンクプロトコルはいずれも、パケットを形成する際にプロトコルデータユニット (PDU (protocol data unit)) のフラグによる区切りを用いている。フラグによる区切りでは、PDU 内のデータを可変長とすることが可能であるが、この区切り法は、送信器および受信器のそれぞれにおいて、ビット/バイトのスタッフィングおよび除去をも使用する。このような動作は、複雑なバイト/ビットストリームのパターンマッチおよび処理を必要とし、その一方で、より高い速度へのスケーラビリティを制限する。さらに、区切りフラグパターンが PDU データ内にあらわれると、それを PDU の真の区切りフラグから区別するためにスタッフィングが行われる。このスタッフィングは、データリンクに送られるデータを拡大し、異なる PDU に対してさまざまな伝送オーバーヘッドを生じるため、いくつかの QoS (quality of service) 管理メカニズムと干渉する。その結果、これらのフレーミングプロトコルはいずれも高速リンクには不适当であり、特に、契約最小帯域幅や専用仮想パイプのような、仮想私設網アプリケーションに対する中程度ないし厳しい QoS 要求をサポートする場合 30 にはそうである。さらに、このようなフラグ区切りの場合、悪意のあるユーザが、PDU 内で区切りフラグパターンのストリームを送信することによって、帯域幅要求を大幅に膨張させることが可能になってしまう。

【0003】 フラグ区切りを使用することの 1 つの代替案は、巡回冗長検査 (CRC) をパケット区切りの目的に使用することである。これは、例えば、ATM (非同期転送モード) のような、固定サイズパケットに例がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】固定サイズパケットにおける使用以外に、CRCの使用を可変長パケットにおけるフレーム区切りに拡張することができることが知られている。しかし、固定長パケットに適用されるのと同じフレーム同期手順をそのまま可変長データにも適用することができると思われるかも知れないが、我々が認識したところでは、そういうわけにはいかない。次のようなことが観察される。

(a) 固定サイズパケットは、次のパケット境界（次のCRC）の探索手順を単純化する。

(b) 誤り訂正がないことは、フレーム境界（リンク同期）がずれる確率を増大させる。

(c) 小さいパケットが一般に用いられ（例えば、ATMでは48バイト）、これは、フレーム検出誤りの確率を大幅に低下させる。

(d) 固定サイズパケットは、フレーム再同期手続き中に受信器によって検査されるフレーミングされるペイロードの割合を小さくし、これは、悪意のあるユーザの攻撃にさらされることを大幅に少なくする。

(e) また、パケットが小さくなると、データが複数のソースからインタリーブされる確率も増大し、このことも、悪意のあるユーザからの攻撃が成功する確率を低下させる。

(f) 可変長パケットは、最大サイズ限界（IP(Internet Protocol)では64Kバイト）が緩くなる傾向があり、これは、受信器が、リンク再同期手続き中に悪意のあるユーザにさらされることを増大させる。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記の結果、固定サイズパケットに対するCRCベースのパケット境界回復手続きを可変長データに適用しても性能はよくないことが認識される。そこで、本発明では、受信器におけるパケット境界回復を行うために、フラグではなく長さインジケータフィールドおよび誤り検査フィールドの使用に基づいたシンプルなポイントツーポイントデータリンクプロトコル(SDL)を提示する。

【0006】本発明の実施例では、SDL送信器は、ヘッダおよび可変長のPDU（ペイロード、ユーザデータ、あるいはデータグラムともいう。）からなるSDLパケットを送信する。ヘッダは、長さインジケータ(LI(length indicator))フィールド、タイプフィールドおよび巡回冗長検査(CRC)フィールドからなる。このような送信SDLパケットを受信するため、SDLは、受信器における自己同期/自己区切り方式の使用をサポートする。受信器は、LIフィールドの関数として自己区切り(self-delineation)を行い、LIフィールドおよびヘッダCRCフィールドの両方の関数として自己同期すなわちパケット回復を行う。特に、パケット回復を行う際に、受信器は、各受信SDLパケットヘッダについてCRC検査を行い、N回（例えばN=4）の検査

が正しい後に同期が宣言される。SDL受信器は、同期を行う際には探索(hunt)モードで動作し、同期が確立されると通常モードで動作する。

【0007】本発明のもう1つの実施例では、SDL送信器は、物理層においてSDLヘッダが非スクランブル形式で送信され、SDL PDUがスクランブル形式で送信されるように、上記のSDLパケットを送信する。このような送信SDLパケットを受信するため、SDL受信器は、上記の同期を行う際には探索モードで動作し、同期が確立されると通常モードで動作する。通常モード動作時には、SDL受信器はSDL PDUをデスクランブル（アンスクランブル、スクランブル解除）し、探索モード動作時には、SDL受信器はSDL PDUをアンスクランブルしない。この形式の探索モードは、悪意のあるユーザに対抗する追加の保護を提供する。

【0008】

【発明の実施の形態】本発明の概念によれば、シンプルデータリンク(SDL)プロトコルという新しいポイントツーポイントデータリンク層プロトコルが実現される。SDLは、データリンク上のプロトコルデータユニット(PDU)の区切り(delineation)にフラグを使用しない。その代わりに、SDLは、CRC検査をSDLパケットヘッダに対して行い、数回の検査が正しい後に同期/区切りを宣言するという自己同期/自己区切り方式を使用する（後述）。このようにバイトレベルの処理を避けることにより、SDLは特に、非常に高いリンクレートへもスケラブルとなる。SDLのパケットフレーミングおよび同期メカニズムについて以下で説明する。

【0009】【SDLフレーミング】SDLフレーミングは、データリンク内において、マルチプロトコルデータグラムの多重化と、少数の論理仮想リンクの多重化の両方をサポートするように設計される。例示的なSDLフレーム構造の要点を図1に示す。（これは、フレーミングされたPDUとしてPPPを仮定する。）フィールドは、左から右へと送信されるものとする。SDLフレームは、ヘッダおよびPDUからなる。ヘッダは、長さインジケータ、タイプ、およびヘッダCRCの各フィールドからなる。PDUは、プロトコル、情報、およびフレームチェックシーケンス(FCS)の各フィールドからなる。

【0010】長さインジケータ(LI)フィールドの長さは2オクテット(16ビット)である。その値は、ヘッダフィールド、情報フィールドおよび末尾PDU(トレーラ)フィールドを含むデータリンクPDUの全長を示す。

【0011】タイプフィールドの長さは6ビットである。最初は、タイプフィールドの使用は「予約される」。しかし、タイプフィールドの値は、さまざまな機

能に用いることが可能であり、例えば次の通りである。

- ・情報フィールドに含まれるデータグラムに対応するサービスのタイプを識別する。
- ・簡単な制御機能のサポートを提供する。
- ・含まれているデータグラムがリンク制御情報を含むことを示す。
- ・仮想SDLリンク内の論理チャネルを識別する。
- ・仮想チャネル識別子により、単一の仮想SDLリンクに多重化された複数の物理SDLリンクを識別する。

【0012】ヘッダCRCフィールドは、単一ビット誤り訂正および複数ビット誤り検出のためのものである（後述）。ヘッダCRCフィールドの長さは10ビットであり、その値は、ヘッダ完全性検査の係数を示す。ヘッダCRCフィールドは、長さインジケータフィールドおよびタイプフィールド内の全ビットにわたって計算される。

【0013】プロトコルフィールドの長さは、1または2オクテットである。その値は、情報フィールドに含まれるデータグラムのプロトコルタイプを識別する。このフィールドの構造は、PPPのプロトコルフィールドに（例えば、W. Simpson, "PPP in HDLC-like Framing", RFC 1662, July 1994, を参照）。

【0014】情報フィールドは、0以上のオクテット数の長さである。これは、プロトコルフィールドで識別されるプロトコルのデータグラムを含む。情報フィールドのデフォルトの最大値（最大受信ユニット（MRU(Maximum Receive Unit)）ともいう。）は1500バイトである。MRUはネゴシエーションされることも可能である。

【0015】フレームチェックシーケンス（FCS）フィールドの長さは4オクテットであり、SDLフレームのトレーラを構成する。その値は、フレーム完全性検査の係数を示す。FCSフィールドは、プロトコルフィールドおよび情報フィールド内の全ビットにわたって計算される。FCSフィールドは、データリンク誤りに対するペイロード保護を提供する。リアルタイムサービスでは、ペイロードの誤り検査は不要なこともある。その場合、2つの選択肢がある。第1の選択肢では、リアルタイム性は、タイプフィールドの設定によって示される。受信器において、そのようなパケットは、FCSが失敗しても次の層へ渡され、その場合、FCSが失敗したことの表示も一緒に渡される。第2の選択肢は、リアルタイムサービスにはFCSフィールドを含めないことであり、これはタイプフィールドの設定によって示されるというものである。

【0016】本発明の概念によれば、SDLは、リンク同期手続き中に、LIフィールドを通じてパケット長区切りをサポートし、LIフィールドおよびヘッダCRCフィールドの両方を通じて、パケット境界回復機能をサ

ポートする（後述）。

【0017】【SDLリンク動作】本発明の原理による例示的なパケット通信システム100を図2に示す。本発明の概念以外に関しては、図2に示される要素は周知であり、詳細には説明しない。例えば、変調器115は、周知のように（例えば、直交振幅変調（QAM）を用いてキャリアを変調することによって）データを伝送するために物理層における送信信号を形成する。また、この実施例は、例えば宅内装置とインターネットサービスプロバイダの間のPPP接続を表しているが、本発明の概念は、ベースバンド伝送のものを含む任意のパケット方式のネットワークアーキテクチャに適用可能である。注意すべき点であるが、簡単のため、SDLペイロードの他の処理、他のパケット網あるいは交換網を通じてのSDLペイロードの再送やカプセル化（受信器150がインターネットサービスプロバイダの受信装置を表す場合など）は図示していない。最後に、図2～図7に示される要素は、ハードウェアあるいはソフトウェアのいずれで実装することも可能である。

【0018】パケット通信システム100は、SDL送信器105およびSDL受信器150を含む。簡単のため、SDL送信器105およびSDL受信器150のうち本発明の概念に関連する部分のみを図示している。SDL送信器105は、SDLフォーマッタ110および変調器115を含む。SDLフォーマッタ110は、データストリーム109を受け取り、このデータストリームを、図1のようなSDLパケットへとフォーマットして、SDLパケットのストリームを変調器115に送る。図示していないが、SDLフォーマッタ110は、データをバッファリングするためのバッファ、LIフィールドの値を形成するカウンタ、および、CRCフィールドの値を形成するCRC生成器を有する。変調器115は、ファシリティ1を通じて受信器150へ送信するための信号を形成する。ファシリティ1は、例えば、回線交換接続を表す。

【0019】SDL受信器150は、復調器155およびSDLデフォーマッタ160を含む。復調器155は、受信信号を復調し、パケット化データのストリームをSDLデフォーマッタ160に送る。SDLデフォーマッタ160は、本発明の原理に従って、区切りおよびパケット回復を行う（後述）。

【0020】SDLによれば、非同期の可変長データグラムの高速な区切りが可能となる。この目的を達成するために、SDL受信器150は、もともっているデータグラム（ペイロード）を抽出するために各SDLパケットの最初から長さインジケータフィールドを探索し、次のSDLパケットの開始点を判定する。図3に、いくつかのSDLパケットを表す、パケット化データストリーム2を示す。SDLデフォーマッタ160は、各受信SDLパケットのLI値をパケット区切りのために用い

る。送信するデータグラムがないとき、SDL送信器100は、図3のSDLパケット4および5によって例示されるように、LIの値を0にセットし、タイプおよび対応するCRCをデフォルト値にセットしたSDLパケットを送信する。

【0021】SDLにおけるパケット区切りは非常にシンプルである。これは、図4に示すような、以下の自己同期/自己区切り原理に基づく。SDL受信器150は、2つの動作モード（動作状態）、すなわち、同期（通常）状態および探索状態で動作する。

【0022】同期状態において、SDL受信器150は、各受信SDLパケットのヘッダからのLI値を用いて、各受信SDLパケットからペイロードを単に抽出する。この状態において、SDLデフォーマッタ160は、到来するCRCを検証し、長さフィールドを検査し、ペイロードを抽出した後、次のSDLヘッダに進む。SDLヘッダのCRCフィールドは、SDLヘッダに誤りがないことを保証するために用いられる。CRCは、破損したSDLヘッダの可能性を最小にするために、単一ビット誤り訂正をサポートすべきである。単一ビット誤りは最も普通のビット誤り事象であるからである。この例では、CRCはITU（国際電気通信連合）の多項式 $1 + x + x^4 + x^5 + x^9 + x^{10}$ である。これは、ATMにおけるATMアダプテーション層（AAL）3/4に実装されているものである（例えば、ITU-T勧告I. 363（1996年）"BISDN-ATM Adaptation layer specification"、を参照）。AAL3/4のCRC多項式の場合、最小ハミング距離は4である。これにより、単一ビット誤り訂正が可能となる。バースト誤りの発生に対処するために、SDL受信器は訂正モードおよび検出モードで動作する。訂正モードにおいても、CRCはすべての2ビット誤りパターンを検出することができる。

【0023】しかし、SDLヘッダでバースト誤りが生じると、SDLフレーミングの自己区切り性は障害され、LIフィールドの値を用いてSDLパケットを区切ることができない。そこで、複数ビットの誤りがヘッダで生じた場合、SDL受信器150は、失ったパケット境界を再獲得するために探索状態に入る。（これに対して、ATMセルの場合、セルサイズは固定されている。従ってATMでは、あるヘッダに訂正不可能な誤りがあっても、ATM受信器は、次のセルヘッダがどこから始まるかがわかり、次のセルヘッダを処理することができる。しかしSDLでは、パケットサイズは可変長である。従って、SDLヘッダに訂正不可能な誤りがあると、SDL受信器は、次のSDLヘッダの位置を見つけるために探索状態に入らなければならない。）

【0024】上記のように、CRCがSDLヘッダに訂正不可能な誤りを検出すると、SDLは探索状態に入る。本発明の概念によれば、探索状態において、SDL

受信器150は、次のSDLパケットの境界の探索（スキャン）を開始する（詳細は後述）。SDL受信器150は、N個の正しいCRCが検出されるまで探索モードにとどまる。N個の正しいCRCが検出された後、SDL受信器150は、上記の同期動作状態に戻る遷移をする。

【0025】探索状態において、SDLデフォーマッタ160は、正しいCRCを求めて一度に1バイトずつスライドすることによって、正しいCRCの探索を開始する。これを図5に例示する。データストリーム5は、バイトB1～Bkなどによって表されるように、右から左へと送信されるバイトのストリームからなる。SDLデフォーマッタは、N個の正しいCRCが検出されるまで、このデータに対して、いくつかの類似の処理ステップ（ここではステップ6、7、および8で表されるもののみ図示）を実行する。各ステップで、SDLデフォーマッタ160は、4バイトのウィンドウを見て、これらの4バイトが正しいSDLヘッダであるかのように評価する。例えば、ステップ6で、SDLデフォーマッタ160は、バイトB1～B4が正しいヘッダを表すと仮定することによって正しいCRCを探索する。同様に、ステップ7および8で、SDLデフォーマッタ160は、バイトB2～B5が正しいヘッダを表すと仮定することによって正しいCRCを探索し、次に、バイトB3～B6が正しいヘッダを表すと仮定することによって正しいCRCを探索する。

【0026】SDLデフォーマッタ160が正しいCRCを見つけた後、長さインジケータフィールドの値を調べ、その値に基づいて、次のCRCを可能性のあるフレーム境界として検査する。それでも、SDLデフォーマッタ160は、一度に1バイトずつスライドを続ける。可能性のある検出された各フレーム境界ごとに別々のカウンタが初期化される（さらに詳細は後述）。サポートされるこれらのカウンタの実際的な個数は、最大フレームサイズによって制限される。

【0027】このフレーム再同期アルゴリズムは、誤った境界区切りの確率が低くなるように十分な個数N（ $N > 1$ ）の正しいCRCが連続して検出されることを要求する。このようなN個の連続する正しいCRCの最初のシーケンスに遭遇すると、SDL受信器は同期状態に戻る遷移をする（図4）。この状態の間にいずれかのヘッダCRC検査に失敗した場合、SDL受信器は、最後の正しいCRC一致に従って、探索手続きで用いられるカウンタを調整する（さらに詳細は後述）。

【0028】提案する再同期アルゴリズムでは、関心のあるほとんどの実際の状況に対して少ないフレーム再同期失敗を保証するには、SDLヘッダCRCの4連続一致（ここで、第2、第3および第4のSDLヘッダ位置は、前のヘッダの長さインジケータから導出される。）で十分である。カウンタに長さインジケータを記憶しな

がら、一度に1バイトずつスライドすることによってCRC計算の実行を継続することは、できるだけ短時間で、偶然のCRCの一致に対抗して真のSDLヘッダ位置を解決するという利点を有する。4連続一致では、 2^{-40} すなわち 10^{-12} という信頼性が実現される。提案するフレーム再同期手続きは、パケット境界再同期が厳密に4パケット区間で達成されることを保証する。

【0029】必要とされる信頼性が 10^{-9} である場合、パケット境界獲得を宣言するのにCRCの3連続成功を用いることも可能である。ランダム誤りがある場合、ヘッダCRCはSDLヘッダ内の単一ビット誤りを訂正する。既に述べたように、SDL受信器は、バースト誤りがあるときには探索状態に入る。一般的に、ファイバシステムにおけるバースト誤りは、20~40msの間持続するようである。追加の4パケット区間の再同期時間は、このような伝送速度では意味がない。別の選択肢は、2つの連続するCRC検査を通過したパケットを上位層（図示せず）に渡すことである。実際、これらのパケットが誤っている場合、パケットのペイロードの32ビットFCSがパケットを検出し捨てる。

【0030】本発明の原理に従ってパケット境界を再獲得する方法の流れ図を図6に示す。この説明のために、SDLデフォーマッタ160は、蓄積プログラム制御プロセッサからなり、通常のプログラミング方式（従ってここでは説明しない。）を用いて後述の方法を実行するようにプログラムされると仮定する。プロセスはステップ505から開始する。SDLデフォーマッタ160が現在の受信SDLパケット内に訂正不可能な誤りを検出しないう場合、ステップ510で、SDLデフォーマッタは同期状態にとどまり、LIフィールドの値を用いて受信SDLパケットからペイロードを回復することを継続する。

【0031】しかし、SDLデフォーマッタ160が訂正不可能な誤りを検出した場合、ステップ515で、SDLデフォーマッタ160は探索状態に入り、次の変数のセットを初期化する。

【0032】 $i = 0$: カウンタ。

$j = 0$: カウンタ。

Lは、正しいCRCの長さインジケータで初期化されるカウンタの配列である。この配列のサイズは、許容される最大パケットサイズの理論的上限（例えば5000バイト）を有する正しいヘッダの「シーケンス」の個数によって決定される。しかし、高い信頼度（ 7×10^{-14} ）で、24個のシーケンスのみを追跡すればよい。Kは、正しいヘッダのシーケンスを含む配列Lのインデックスのセットである（上に説明した理由で、要素の最大数は24とすることが推奨される）。 $L[k]$ は、シーケンスkの次の「期待されるヘッダ」までの残りのバイト数を示すカウンタである。xは、セットKの要素（シーケンス要素）である。Rは、1つのシーケ

ス内の正しいヘッダの個数を追跡するカウンタの配列である。 $R[x]$ は、シーケンスx内の正しいヘッダの個数を示すカウンタであり、 $0 \leq R[x] \leq 4$ である。

【0033】正しいシーケンスとは、i番目のヘッダの長さインジケータが(i+1)番目のヘッダの開始位置を指しているようなヘッダのシーケンスを意味する。

【0034】ステップ520で、SDLデフォーマッタ160はCRCを評価する。CRCが一致しない場合、SDLデフォーマッタ160はステップ540（後述）に進む。CRCが一致した場合、ステップ525で、SDLデフォーマッタ160は、iおよびjの値をインクリメントする。ステップ530で、SDLデフォーマッタ160は、 $L[i]$ における次の長さを求める。ステップ540で、デフォーマッタ160は1バイトのスライドを行い、すべての $k \in K$ に対して、 $L[k]$ を1だけデクリメントして、それぞれの可能なCRCフィールド値を検査する。ステップ545で、SDLデフォーマッタ160は、CRCが合格するかどうかを検査する。このCRC検査に合格しない場合、SDLデフォーマッタ160はステップ535を介してステップ540に戻り、さらに1バイトのスライドを行う。（ステップ535で、いずれかの $x \in K$ に対して $L[x] = 0$ である場合、セットKから{x}を除く。）CRCが一致した場合、ステップ550で、SDLデフォーマッタ160は、いずれかの $x \in K - \{0\}$ に対して $L[x] = 0$ であるかどうかを検査する。いずれかの $x \in K - \{0\}$ に対して $L[x] = 0$ でない場合、SDLデフォーマッタ160は、ステップ555でjの値をインクリメントし、ステップ560でiの値を更新する。さらに、ステップ560で、SDLデフォーマッタ160は、セットKを $K \cup \{i\}$ に等しいとおく。その後、SDLデフォーマッタ160はステップ530に戻る。一方、ステップ550で、いずれかの $x \in K - \{0\}$ に対して $L[x] = 0$ である場合、ステップ565で、SDLデフォーマッタ160は、信頼性カウンタ $R[x]$ の値をインクリメントする。ステップ570で、SDLデフォーマッタ160は、信頼性カウンタの値が4に等しいかどうかを検査する。4に等しい場合、ステップ575で、同期が宣言され、SDLデフォーマッタ160は同期状態に戻る。4に等しくない場合、ステップ580で、SDLデフォーマッタ160はiの値をxに等しいとおき、ステップ530に戻る。

【0035】上記の探索モード動作に関して、他の変形も可能である。例えば、CRCを重視する場合、SDLデフォーマッタ160は、LIフィールドから長さ値を読み出し、次の可能なSDLヘッダまでスキップして、この可能なSDLヘッダが正しいCRCを有するかどうかを検査する。ヘッダCRCの長さは10ビットであるため、CRC検査を偶然に通過してしまう確率は非常に低く、 $2^{-10} \approx 10^{-3}$ のオーダーである。

【0036】【性能の考察】SDLヘッダの長さは4バイトである。不正なヘッダの確率は $32p$ （ただし、 p はビット誤り率（BER））であるため、パケット同期の喪失はオーダー p の事象である。従って、ヘッダフィールドに単一ビット誤り訂正を設けることが重要である。次の表1に、ビット誤り率（BER）の関数として、探索状態に入る確率を示す。

【0037】表1

BER 探索状態に入る確率

10^{-8} 5×10^{-14}

10^{-9} 5×10^{-16}

10^{-10} 5×10^{-18}

【0038】上記の表に関していくつか注意すべき点を述べる。SDLは、ファイバBERが一般に 10^{-11} より良好であるようなバックボーンネットワークにおける実装用に設計されている。すべてのパケットのサイズが64バイトであると仮定すると、OC（光キャリア）768の速度でも、SDLがランダム誤りのためにパケット同期を失うのは平均で450日に1回である。実際には、パケット再同期事象はバースト誤りによって支配される。バースト誤りは、ファイバ伝送システムでは、毎日数回くらい生じることもある。バースト誤りがあると、パケット境界再同期は、パケットサイズが固定か可変かにかかわらず必要となる。従って、パケット再同期事象の総数は、ATMとSDLで等しくなることになる。もう1つの重要な点は、HDL Cフレーミングの場合、パケット境界喪失はずっと頻繁に生じる。その理由は、フラグにおける単一誤りや、データオクテットにおける誤りによりそのデータオクテットがフラグに見えてしまうことにより、パケット境界が失われるからである。HDL Cの場合、パケット損失はオーダー p の事象として生じる。

【0039】上記のことからわかるように、SDLは、PDUに対するトランスポートメカニズムの複雑さが小さい場合を意図している。SDLは従来のフラグ方式の区切り技術で要求されるバイトレベルの処理を避けているため、SDLは特に、SONET/SDHポイントツポイントリンクや、一般にSONET/SDHパス（Bellcore GR-253-CORE, Issue 2 (December 1995)）のような高速リンクに適している。このような高速リンクは、低いビット誤り率（ 10^{-8} 以下）の全二重データ伝送チャネルを提供し、入力データストリームをシーケンシャルに順序正しく配信することが可能であるため、データリンク層におけるデータ回復メカニズムが大幅に簡便化される。また、SDLは、上記のタイプフィールドにより、制限された仮想リンク制御能力をサポートすることも可能である。さらに、SDLは、一定の送信オーバーヘッドを有する。例えば、送信器においてバイトスタッフィングを行う必要がない。

【0040】代替実施例を図7に示す。この実施例は、

スクランブル回路および制御信号の追加を除いては、上記の図2の実施例と同様である。簡単に図2を振り返ると、例えばクロッキングを保証するのに十分な信号遷移のために、物理層伝送信号を生成する際にデータ信号のスクランブルを使用することは当業者に周知である。スクランブラは図2の実施例には図示されていないが、その有無は図2の実施例にとって重要ではなかったからである。しかし、本発明の1つの特徴によれば、スクランブラの制御は、悪意のあるユーザ（例えば、パケットのペイロードにおいてヘッダ情報を故意に真似しようとするユーザ）に対して保護するためのさらに安全な方法を提供する。図7において、パケット通信システム600は、SDL送信器605およびSDL受信器650を含む。SDL送信器605は、SDLフォーマッタ610、スクランブラ620および変調器615を含む。SDLフォーマッタ610は、既に説明したようにデータストリームをフォーマットする。さらに、SDLフォーマッタ610は、制御信号611を変調器615へ送る。制御信号611に応じて、変調器615は、スクランブラ620を用いずにSDLパケットヘッダ情報を送信するか、または、スクランブラ620によってスクランブルした後にSDLパケットデータを送信するかのいずれかを行う。制御信号611は、変調されるべきデータのソースとしていずれの出力信号を使用すべきかについて変調器615を同期させる。変調器615から出力される出力信号は、スクランブルされていないSDLヘッダおよびスクランブルされたSDLデータを表す。

【0041】SDL受信器650は、復調器655、デスクランブラ665、およびSDLデフォーマッタ660を含む。復調器655は、受信信号を復調し、パケット化データストリーム656をデスクランブラ665へ送る。デスクランブラ665は、パケット化データ信号656をデスクランブル（スクランブル解除）し、非スクランブル信号666を出力する。SDLデフォーマッタ660は、本発明の原理に従って区切りおよびパケット回復を行う（前述）。ただし、この実施例では、SDLデフォーマッタ660は、信号656を見ることによってSDLパケットヘッダを評価する。同期状態において、SDLデフォーマッタ660は、信号656によって表されるデータを用いてパケット境界を区切り、適当な時刻に非スクランブル信号666を用いてSDLデータを回復する。（例えば、信号656によって表されるデータを評価することによって32ビットSDLヘッダの評価に成功した後、SDLパケットの残りの部分に対して、SDLデフォーマッタ660は信号656の使用から信号666の使用に切り替わる。）しかし、上記の探索状態では、SDLデフォーマッタ660は、上記のパケット境界回復を行う際に信号656を使用するのみである。（注意すべき点であるが、例えば、変調器へ1つの入力信号を送り、フォーマッタ610あるいはスク

ランブラ 6 2 0 のいずれからの出力信号を変調器 6 1 5 に入力するかを選択するマルチプレクサを制御するという別の実装をとることも可能である。対応する受信器においても同様の別の実装を行うことが可能である。）

【0 0 4 2】以上、本発明の実施例について説明したが、本発明の原理に基づくさまざまな変形が可能である。例えば、ここでは、本発明の概念について、ディスクリット（離散的）な機能構成ブロック（例えば、SDLフォーマッタ、など）で実装されるものとして説明したが、これらの構成ブロックのうちのいずれの機能も、適当にプログラムされたプロセッサ（例えば、デジタル信号プロセッサ）、ディスクリット回路素子、集積回路、などを用いて実行可能である。

【0 0 4 3】また、例えば、注意すべき点であるが、4 バイトまたは 8 バイトの並列処理が必要な場合、図 6 に示した、CRC 計算を含むすべての動作は並列に実行可能である。また、説明しなかったが、リンク設定プロトコル（LCP (Link Configuration Protocol)）手順を SDL に対して定義することも可能である。このような手順は、PPP に対する LCP における既存の設定機能と整合的であるべきである。タイプフィールドの解釈、SDL ヘッダ圧縮、プロトコルフィールド圧縮等のような SDL 固有のパラメータを、このような LCP 手順を用いて設定することが可能である。既存のほとんどの NCP（ネットワーク制御プロトコル (network control protocol)）は、あったとしても最小限の修正で、SDL 上でも動作するはずである。

【0 0 4 4】さらに、SDL パケット区切りメカニズムは、物理層がバイト境界を提供しない場合でも使用可能である。一例として、SDL を用いて IP パケットを直接に光波長にマッピングすることがある。この場合、探索状態の間、CRC 検査は一度に 1 ビットずつスライドさせることによって行う必要がある。

【0 0 4 5】

【発明の効果】以上述べたごとく、本発明によれば、受信器におけるパケット境界回復を行うために、フラグではなく長さインジケータフィールドおよび誤り検査フィールドの使用に基づいたシンプルなポイントツーポイント

トデータリンクプロトコル（SDL）が実現される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の原理による例示的な SDL フレームの図である。

【図 2】本発明の原理によるパケット通信システムの図である。

【図 3】例示的な SDL パケットストリームの図である。

【図 4】本発明の原理による SDL 受信器の状態図である。

【図 5】探索状態における SDL 受信器の処理の説明図である。

【図 6】本発明の原理によるパケット境界を回復するための例示的な流れ図である。

【図 7】本発明の概念のもう 1 つの実施例の図である。

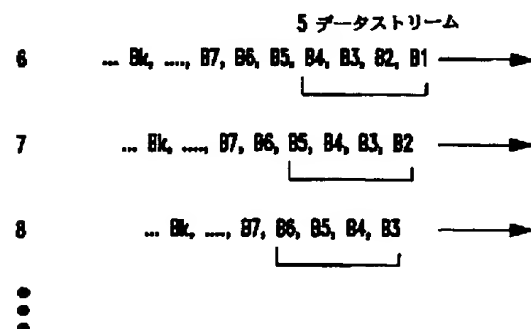
【符号の説明】

- 1 ファシリティ
- 2 パケット化データストリーム
- 5 データストリーム
- 1 0 0 パケット通信システム
- 1 0 5 SDL 送信器
- 1 1 0 SDL フォーマッタ
- 1 1 5 変調器
- 1 5 0 SDL 受信器
- 1 5 5 復調器
- 1 6 0 SDL デフォーマッタ
- 6 0 0 パケット通信システム
- 6 0 5 SDL 送信器
- 6 1 0 SDL フォーマッタ
- 6 1 1 制御信号
- 6 1 5 変調器
- 6 2 0 スクランプラ
- 6 5 0 SDL 受信器
- 6 5 5 復調器
- 6 5 6 パケット化データ信号
- 6 6 0 SDL デフォーマッタ
- 6 6 5 デスクランブラ
- 6 6 6 非スクランブル信号

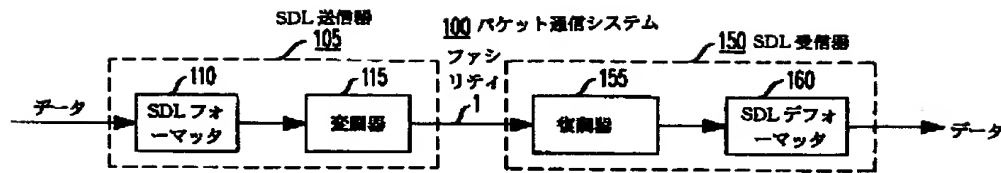
【図 1】

長さインジケータ (L) (16)	タイプ (6)	ヘッダ CRC (10)	プロトコル (8-16)	情報 (≥0)	FCS (32)
----------------------	------------	-----------------	-----------------	------------	-------------

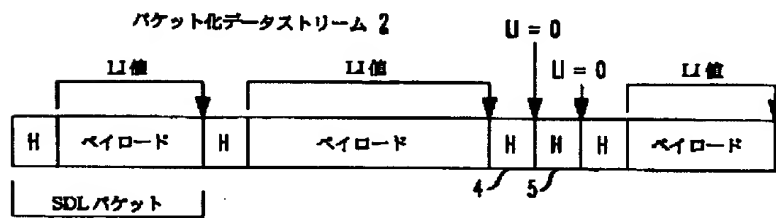
【図 5】



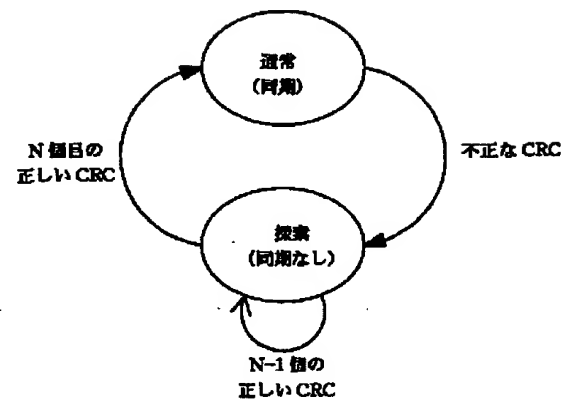
【図 2】



【図 3】

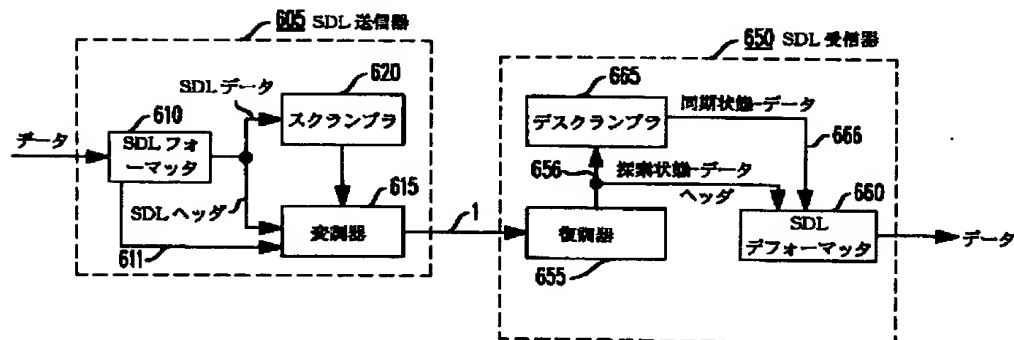


【図 4】

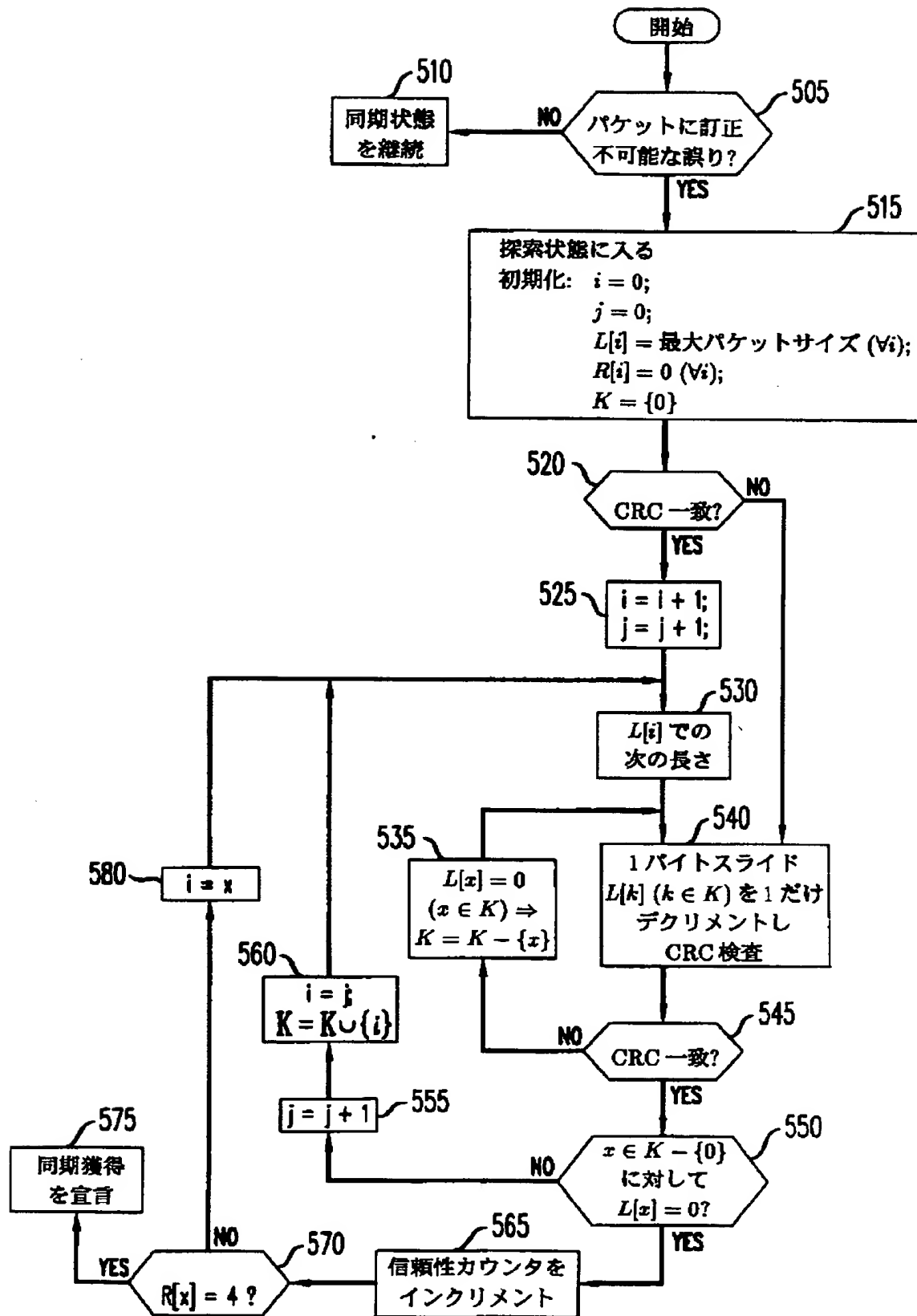


【図 7】

600 パケット通信システム



【図 6】



フロントページの続き

- (71)出願人 596077259
600 Mountain Avenue,
Murray Hill, New Jersey 07974-0636 U. S. A.
- (72)発明者 サブラマニヤム ドラヴィダ
アメリカ合衆国, 01540 マサチューセツ
ツ, ゴートン, ドラムリン ヒル ロード
25
- (72)発明者 エンリケ ハーナンデス-ヴァレンシア
アメリカ合衆国, 07732 ニュージャージー,
ハイランズ, ヴァレイ アヴェニュー
78
- (72)発明者 ワッシム エー. マトラギ
アメリカ合衆国, 11209 ニューヨーク,
ブルックリン, リッジ プールヴァード
8822
- (72)発明者 ムハメド アクバー クレシ
アメリカ合衆国, 08840 ニュージャージー,
メチュチェン, カーソン アヴェニュー
12